

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
5 novembre 2009 (05.11.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2009/132464 A1

(51) Classification internationale des brevets :  
B09C 1/02 (2006.01) B09C 1/08 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/CA2009/000601

(22) Date de dépôt international :  
4 mai 2009 (04.05.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
2,630,894 2 mai 2008 (02.05.2008) CA

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
NORTHEX ENVIRONNEMENT INC [CA/CA]; 699,  
Montée de la Pomme D'Or, Contrecoeur, Québec J0L  
1C0 (CA).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
LAMOTHE, Marie Josée [CA/CA]; 1486, Alexis  
Mézières, Beloeil, Québec J3G 6G4 (CA). GAUTHIER,  
Claude [CA/CA]; 1270, rue Bourassa, St-Bruno, Québec

J3V 2S9 (CA). BERGERON, Marc André [CA/CA];  
60, #101 rue de l'Aqueduc, Varennes, Québec J3X 2E4  
(CA). DUBE, Kathleen [CA/CA]; 1142, avenue Dupuis,  
Mascouche, Québec J7K 2S8 (CA).

(74) Mandataires : SOFIA, Michel et al.; BCF LLP, 1100  
blvd René-Lévesque Ouest, 25e Etage, Montréal, Québec  
H3B 5C9 (CA).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,  
CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ,  
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR REMOVING INORGANIC CONTAMINANTS FROM SOILS VIA A PHYSICO-CHEMICAL EXTRACTION TECHNIQUE

(54) Titre : METHODE POUR RETIRER DES SOLS LES CONTAMINANTS INORGANIQUES PAR UNE TECHNIQUE D'EXTRACTION PHYSICO-CHIMIQUE

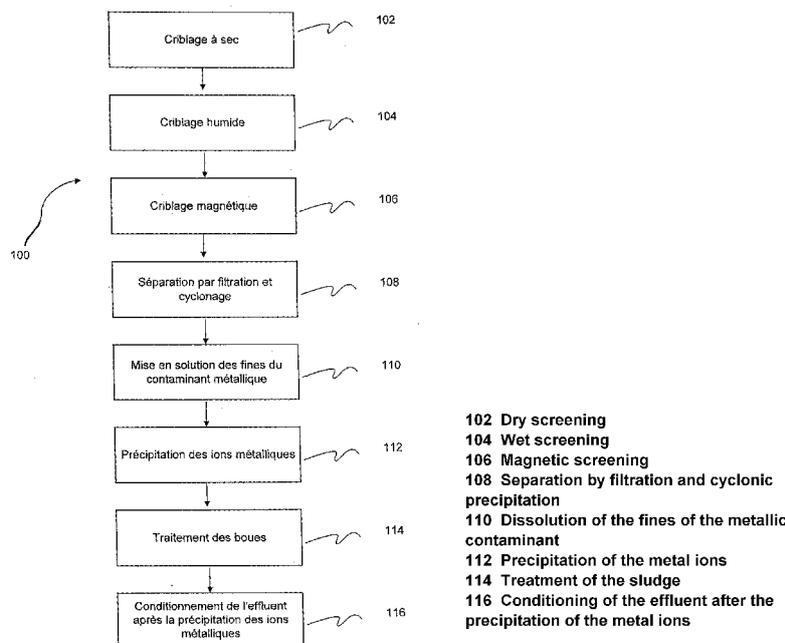


Figure 1

(57) Abstract : A method for decontaminating soils that are contaminated with an inorganic contaminant, comprising: screening the contaminated soils in order to obtain coarse and fine fractions; sieving the screened soils in order to retain therefrom the coarse fractions and, concurrently, washing the screened soils in order to obtain a first effluent comprising the washing liquid and the fine fractions flowing from the sieve and comprising fines and particles with dimensions greater than those of the fines; separating the fines from the first effluent in order to recirculate fresh water and thus obtain a second effluent; ensuring the supply of the washing operation; and conveying the contaminated fines separated from the first effluent to a chemical chamber where a portion of the first effluent and a chemical solution are added in order to produce a third effluent (acid), the latter containing metals dissolved in the fines that it is necessary to separate. The

fourth effluent comprises the fines and a precipitation of this effluent is produced in order to extract the precipitated contaminants, so as to obtain a fifth effluent, whereby the inorganic contaminant is extracted and it is possible to reuse the fifth effluent for recirculation in the treatment process.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/132464 A1



ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**  
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

---

Une méthode pour décontaminer des sols d'un contaminant inorganique, comprenant: cribler les sols contaminés afin d'obtenir des fractions grossières et fines, tamiser les sols criblés afin d'en retenir les fractions grossières et, concurremment, laver les sols criblés afin d'obtenir un premier effluent comprenant le liquide de lavage et les fractions fines s'écoulant du tamis et comprenant des fines et des particules de dimensions supérieures à celles des fines, séparer les fines du premier effluent pour recirculer de l'eau propre et ainsi obtenir un second effluent, assurant l'alimentation du lavage, acheminer les fines contaminées et séparées du premier effluent vers une chambre chimique où une partie du premier effluent et une solution chimique sont ajoutées pour produire un troisième effluent (acide), celui-ci contenant des métaux dissous dans les fines qu'il faut séparer; le quatrième effluent comprend les fines et une précipitation de cet effluent est produite pour extraire les contaminants précipités, afin d'obtenir un cinquième effluent; par lequel le contaminant inorganique est extrait et on peut réutiliser le cinquième effluent pour une recirculation dans le procédé de traitement.

**TITRE DE L'INVENTION**

MÉTHODE POUR RETIRER DES SOLS LES CONTAMINANTS INORGANQUES PAR UNE TECHNIQUE D'EXTRACTION PHYSICO-CHIMIQUE

**RÉFÉRENCE À DES DEMANDES RELIÉES**

[0001] La présente demande de brevet revendique priorité sur la demande de brevet canadien no. 2,630,894 déposée le 2 mai 2008, cette dernière étant incorporée par référence à la présente demande.

**DOMAINE DE L'INVENTION**

[0002] La présente invention concerne une méthode pour retirer des sols des contaminants inorganiques par extractions physico-chimiques en phase aqueuse. La présente invention consiste à concentrer dans une solution aqueuse les contaminants inorganiques amalgamés aux fractions fines des sols, afin des les extraire.

**ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE**

[0003] Le but des techniques de décontamination des sols par traitements physico-chimiques est d'y abaisser, voir éliminer la concentration des contaminants à un niveau comparable au bruit de fond des sols naturels. Les contaminants industriels inorganiques non apparentés aux éléments naturels doivent nécessairement être éliminés pour des raisons de santé humaine, de santé animale ou pour des raisons environnementales. Les techniques de décontamination par traitements physico-chimiques jouissent d'un essor en ce moment, étant donné les coûts économiques résultants de

dépassements de concentrations des contaminants au-delà de normes acceptables ou permises; ceci est particulièrement vrai dans les pays du nord de l'Europe.

**[0004]** Un contaminant présent dans les sols peut être de type organique, inorganique ou mixte, c'est-à-dire organique/inorganique. Les contaminants inorganiques sont généralement présents dans les sols sous une forme solide. Sous la forme solide, les contaminants inorganiques peuvent avoir une taille de l'ordre du micron ( $\mu\text{m}$ ). Ces contaminants métalliques, appelés aussi « métaux lourds » ou « éléments traces métalliques », se retrouvent typiquement sous la forme de particules angulaires dont le diamètre n'excède généralement pas 100  $\mu\text{m}$ . Le zinc, le plomb, le cadmium et le cuivre sont quelques exemples de contaminants inorganiques.

### **EXPOSÉ DE L'INVENTION**

**[0005]** La présente invention a donc pour but de mettre au point une méthode et un système de traitement pour extraire les contaminants inorganiques des sols.

**[0006]** Ainsi, suivant la présente invention, on propose une méthode pour retirer des sols des contaminants inorganiques, la méthode comprenant: cribler les sols contaminés, afin d'obtenir des fractions grossières et des fractions fines; laver les sols criblés avec un effluent de lavage, afin d'obtenir un premier effluent comprenant le liquide de lavage et les sols qui s'écoulent dans le tamis et tamiser les sols afin d'en retenir les fractions grossières et, concurremment, les fractions s'écoulant du tamis comprennent des fines et les particules de dimensions supérieures à celles des fines sont retenues; soumettre l'effluent de lavage à une extraction des particules de dimensions supérieures à celles des fines et ainsi obtenir un second effluent qui est

retourné dans l'unité de lavage et/ou une fraction peut être retournée dans une chambre chimique; produire dans la chambre chimique une extraction du second effluent contenant les fines contaminés pour en dissoudre les métaux, afin d'obtenir un troisième effluent; et produire une précipitation et/ou neutralisation du troisième effluent et en extraire par filtration le précipité afin d'obtenir un quatrième effluent; par lequel le contaminant inorganique est précipité pour l'extraction dans un quatrième effluent.

**[0007]** Également, suivant la présente invention, on propose une méthode pour retirer des contaminants inorganiques de sols, la méthode comprenant: a) laver un sol contaminé avec un effluent de lavage, afin d'obtenir un premier effluent comprenant l'effluent de lavage et des fines alors que les particules de dimensions supérieures à celles des fines sont retenues; b) soumettre le premier effluent à une extraction des particules de dimensions supérieures à celles des fines et ainsi obtenir un second effluent qui est retourné dans l'unité de lavage et/ou une fraction peut être acheminée à l'étape c); c) produire une extraction du second effluent contenant les fines contaminés pour en dissoudre les métaux, afin d'obtenir un troisième effluent; et d) produire une précipitation et/ou neutralisation du troisième effluent et en extraire par filtration le précipité afin d'obtenir un quatrième effluent; par lequel le contaminant inorganique est précipité pour l'extraction dans un quatrième effluent.

**[0008]** Également, suivant la présente invention, on propose une méthode pour retirer des contaminants inorganiques de sols, la méthode comprenant: a) soumettre un premier effluent contenant des contaminants inorganiques à un filtrage afin d'y extraire des particules de dimensions supérieures à celles de fines et ainsi obtenir un second effluent; c) produire une extraction du second effluent contenant les fines contaminés pour en dissoudre les métaux, obtenant ainsi un troisième effluent; et d) produire une précipitation et/ou neutralisation du troisième effluent et en extraire par filtration le précipité

afin d'obtenir un quatrième effluent; par lequel le contaminant inorganique est précipité pour l'extraction dans un quatrième effluent.

**[0009]** Ce qui précède, ainsi que d'autres objets, avantages et particularités de la présente invention deviendront évidents à la lecture de la description non restrictive d'une réalisation, fournie afin d'illustrer la présente invention, et donnée à titre d'exemple seulement, en référence avec les dessins ci-joints.

### **DESCRIPTION SOMMAIRE DES DESSINS**

**[0010]** Ayant ainsi généralement décrit la nature de l'invention, une réalisation préférée de la présente invention sera maintenant décrite en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

**[0011]** La Figure 1 est un diagramme schématique illustrant une réalisation d'une méthode pour décontaminer des sols d'un contaminant inorganique selon la présente invention; et

**[0012]** La Figure 2 est une représentation schématique d'une usine de décontamination selon la méthode de la présente invention illustrée à la Figure 1.

### **DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'INVENTION**

**[0013]** Ainsi, selon la présente invention, il est présenté une méthode 100 pour extraire des sols les contaminants inorganiques. La méthode 100 comprend un criblage à sec 102, afin d'extraire des sols les fractions grossières, les fractions ainsi retirées étant valorisées selon le potentiel de réutilisation. La méthode 100 comprend également un criblage humide 104 qui

retranche les fractions moyennes des fines. Les sols sont criblés mécaniquement, avec l'usage d'un liquide de lavage, générant un effluent comprenant le liquide de lavage et les fractions fines qui s'écoulent du tamis, soit l'effluent #1. Les fractions moyennes retirées sont valorisées selon leur qualité. La méthode 100 comprend aussi un criblage magnétique 106 auquel sont soumis les fractions fines et l'effluent 1, afin de récupérer les fractions magnétiques qui sont valorisables.

**[0014]** Ensuite, dans la méthode 100, l'effluent 1 chemine vers l'unité de séparation par filtration et cyclonage 108 réparti sous quatre calibres, et, à la sortie de la dernière unité, l'effluent est soit retourné au crible de lavage (effluent #2) pour réutilisation ou vers l'aire chimique pour le traitement des fines. Par la suite, la méthode 100 propose une extraction chimique 110 qui consiste en une mise en solution des fines du contaminant métallique contenues dans les sols avec un acide et l'effluent #3. À la fin de cette étape, l'effluent #3 est séparé de ces boues acides et celles-ci seront conditionnées à l'étape 114, afin de les neutraliser et les rendre valorisables selon les potentielles. Dans la méthode 100, l'effluent #3 quasi-exempt de solides est soumis en 112 à des conditions basiques et génère l'effluent #4. L'étape 114 permet de générer, traiter et conditionner les boues, et les floccs (métallique) peuvent ainsi être extraits. Ensuite, un cinquième effluent et dernier effluent est neutralisé en 116 (effluent #5), retourne vers l'unité de criblage humide ou à l'unité chimique et recommence la boucle dans le procédé.

**[0015]** Ainsi la méthode 100 faisant l'objet de la présente invention peut être utilisée en général pour extraire des sols les contaminants inorganiques. On donne ici au terme « contaminant inorganique » un sens large, c'est-à-dire que le contaminant inorganique peut être simple ou multiple, en comprenant plus d'un élément, composé ou substance inorganique. En terme granulométrique, les sols à "décontaminer" peuvent contenir des proportions variables de blocs, de cailloux, de graviers, de sables grossiers à

fins, de silts ou d'argiles. Le pH des sols se situe généralement dans un intervalle variant de 6,0 à 8,0. La méthode 100 permet de concentrer les contaminants inorganiques dans les fractions fines des sols à décontaminer, lesquelles fines ont une dimension d'environ 100 µm ou moins.

**[0016]** Dans le présent mémoire descriptif, le terme « effluent » réfère à un liquide issu d'une étape ou d'une sous-étape de traitement.

**[0017]** La méthode 100 pour extraire des sols des contaminants inorganiques sera maintenant décrite, selon une réalisation non restrictive, fournie à des fins d'illustration et qui concerne un contaminant inorganique de type métallique, c'est-à-dire un contaminant métallique. Cependant, il est entendu qu'il est à la portée des personnes versées dans l'art d'appliquer cette méthode à des contaminants inorganiques autres que ceux de nature métallique.

**[0018]** La méthode 100 va maintenant être décrite de façon générale, en référence à la Figure 1.

**[0019]** La première étape de la méthode 100 est une étape de criblage à sec 102 des sols. Les sols à être décontaminés sont chargés dans un godet qui achemine les sols vers un tamis rotatif à câbles, dont la fonction est d'effectuer un criblage grossier des sols contaminés. Le tamis retranche la fraction supérieure à 75,0 mm qui comprend des blocs, des pierres et des débris. La fraction égale ou inférieure à 75,0 mm est homogénéisée. Le baril du tamis rotatif est configuré de façon à y retenir les composantes de dimensions supérieures à 75,0 mm, alors que les composantes 0-75,0 mm passent au travers des câbles. Cette procédure à sec permet de cribler les argiles et les silts à consistance molle sans que ces dernières ne colmatent le baril de tamisage.

**[0020]** La deuxième étape de la méthode 100 est une étape de criblage humide 104. La fraction de 75,0 mm et moins est introduite dans l'unité de criblage humide via une benne de réception jumelée à un convoyeur. Cette unité de criblage humide lave et sépare simultanément les fractions 5,00 mm à 75,0 mm, 2,50 mm à 4,99 mm, 2,00 mm à 2,49 mm et 1,99 mm et moins. Les composantes 0-75,0 mm sont soumises à un liquide de lavage, afin de concentrer les contaminants à extraire dans des fractions fines, c'est-à-dire les fractions de dimension 1,99 mm ou moins, alors que des fractions grossières, c'est-à-dire celles de plus de 2,00 mm sont retenues par le biais du criblage. Le liquide de lavage peut être, simplement de l'eau ou une eau amendée de surfactants et/ou de réactifs chimiques. Suite au criblage humide 104, on obtient deux produits. Des agrégats valorisables variant de 2,00 mm à 75,0 mm sont soumis à un séparateur ferreux. Le second produit est un effluent (effluent #1), contenant des fractions de 1,99 mm et moins (c'est-à-dire de moins de 2,00 mm) ainsi que la fraction métallique à extraire.

**[0021]** L'effluent #1 chemine de l'unité de criblage humide 104 vers l'unité magnétique 106 (troisième étape de la méthode 100), qui récupère la fraction magnétique et ses alliages. L'étape du criblage humide 104 est opérée en continu, afin de récupérer dans un lot donné les fractions fines qui seront traitées par la suite dans une chambre chimique.

**[0022]** La quatrième étape de la méthode 100 est une étape de séparation par filtration et cyclonage 108. L'effluent #1 qui sort de l'unité magnétique 106 et qui s'accumule dans le réservoir primaire peut être soumis, selon le cas, à une phase d'oxydation légère en milieu aqueux. L'effluent #1 est introduit dans le réservoir primaire, où le temps de résidence est d'environ quinze minutes. À la sortie du réservoir primaire, l'effluent est soumis à une première filtration et cyclonage qui retient la fraction 0,2 mm (200 µm) à 2,00 mm. Selon les résultats, cette fraction est disponible pour valorisation.

[0023] L'effluent #1 passe au réservoir d'entreposage secondaire, où le temps de résidence est également de quinze minutes. À la sortie du réservoir secondaire, l'effluent est soumis à une filtration et cyclonage secondaire où la fraction 80 µm à 199 µm est séparée.

[0024] L'effluent #1 chemine vers le réservoir tertiaire, où le temps de résidence est également de quinze minutes. La séparation et cyclonage au réservoir tertiaire sépare la fraction 25 µm à 79 µm.

[0025] L'effluent #1 termine sa course au réservoir quatre. Après quinze minutes de résidence, l'effluent est soumis à la séparation et cyclonage où la fraction 5 µm à 24 µm est retenue.

[0026] Les filtres utilisent la force centrifuge pour séparer et permettent de retirer de l'effluent #1 les fractions fines dont la dimension est d'environ de 0,005 mm (5 µm) à 2,00 mm alors que les fractions fines de dimension inférieure à 5 µm, c'est-à-dire les fines, restent en suspension dans l'effluent #1 obtenu suite à l'étape de séparation par filtre 108. L'effluent #1 est plus ou moins chargé de fines et selon la qualité de l'eau, celui-ci sera recirculé vers le crible de lavage 104 (effluent #2) ou vers la chambre chimique (effluent #3) pour le traitement chimique des sols.

[0027] La cinquième étape de la méthode 100 est une étape de mise en solution des fines du contaminant métallique 110. L'effluent #1, résultant de l'étape finale de séparation 108, contient la fraction 5 µm ou moins et une partie de cet effluent est acheminé vers un réservoir de conditionnement chimique et devient l'effluent #3 lors que l'ajout de produits chimiques et des sols à traiter. À cette étape, des acides sont ajoutés et les métaux associés aux fines et réceptifs aux acides se solubilisent. L'effluent #3, acide, réside dans les réservoirs d'acidification environ de 30 à 40 minutes et est ensuite filtré. Les

résidus de filtration (boues acides) sont neutralisés (en 114) dans un réservoir de précipitation et de neutralisation, seront déshydratés, si nécessaire et pourront être valorisés en fonction de leurs qualités propres. L'effluent #3 chemine vers d'autres réservoirs de précipitation et de neutralisation, dans le but d'être neutralisé par l'ajout de bases, de coagulants et d'aide-coagulants, et devenir l'effluent #4 de l'étape 112.

**[0028]** L'étape 112 consiste à précipiter les ions métalliques de l'effluent #4, afin de favoriser une floculation et la neutralisation du contaminant métallique se trouvant en suspension avec les fines dans l'effluent #4. La floculation produit des floccs, lesquels sont décantés formant ainsi une boue neutralisée dans l'effluent. L'effluent #4 résultant de l'étape de précipitation des métaux 112, va subir une étape de filtration pour recueillir les boues neutralisées 114 et permettre la recirculation dans le procédé de l'effluent #5, conditionné à l'étape 116.

**[0029]** L'étape de précipitation des ions métalliques 112 comprend l'ajout de bases, de coagulants et d'aide-coagulants, si nécessaire, à l'effluent #3 résultant de l'étape 110, afin de favoriser la précipitation du contaminant métallique s'y trouvant. Le précipité qui en résulte est décanté et forme une boue via un filtre.

**[0030]** La méthode 100 comporte aussi une étape de traitement des boues 114 produites par les étapes 110 et 112, ainsi qu'une étape de conditionnement de l'effluent 116.

**[0031]** La méthode 100 va maintenant être décrite avec plus de détails, en référence avec la Figure 2.

**Étape de criblage à sec 102**

[0032] Des sols contaminés sont d'abord chargés dans une benne de réception, où ils sont soumis à un criblage à sec qui consiste à soumettre les sols contaminés à l'action d'un crible rotatif. Le matériel chemine à l'intérieur de la cage, chaque tige d'acier est espacée de moins de 15 cm. Par rotation, les sols sont répartis sur toute la surface de la cage et la fraction grossière retenue à l'intérieur du crible est expulsée d'un côté et la fraction de 75,0 mm et moins passe à travers les mailles du crible et ce matériel sera acheminé vers une unité de criblage humide pour traitement. Les sols contaminés subissent un criblage à sec, qui les homogénéisent et les fragmentent en morceaux grossiers, les pierres et les débris sont valorisés.

[0033] Le crible rotatif dispose d'une circonférence de plus d'un (1) mètre et une longueur de plus de trois (3) mètres. Les câbles d'acier sont tendus sur toute la longueur du baril et sont espacés de moins de 15 cm. Les câbles sont configurés de manière à retenir les morceaux ayant une dimension supérieure à 75,0 mm. Les morceaux de dimensions supérieures à 75,0 mm sont échantillonnés et analysés, afin de vérifier la qualité. Selon les résultats d'analyses, ils peuvent être soit directement valorisés, soit acheminés vers une aire de lavage mobile. Les composantes des sols contaminés ayant une dimension comprise entre 0 mm et 75,0 mm, c'est-à-dire les composantes 0-75,0 mm, sont acheminées à la benne de réception 1 (Figure 2) de l'usine de traitement.

**Étape de criblage humide 104**

[0034] Se référant à la figure 2, les composantes 0-75,0 mm, sont chargées dans la benne 1 en vue de l'étape de criblage humide 104. La benne 1 peut comprendre un grizzly, afin de limiter la taille des composantes à la

sortie de la benne. À la sortie de la benne 1, les composantes 0-75,0 mm sont acheminées au moyen d'un convoyeur à sec 6 vers l'unité de criblage humide 104 comprenant un crible de lavage 10, comprenant lui-même trois paliers de tamisage horizontaux. Le tamis de lavage 10 est muni d'injecteurs sous pression qui permettent l'injection du liquide de lavage. La soumission des composantes 0-75,0 mm au liquide de lavage sous pression permet d'effectuer une séparation des composantes 0-1,99 mm et des particules grossières, c'est-à-dire, celles de dimension de plus de 2,00 mm. En effet, alors que les particules fines passent au travers des trois paliers horizontaux 10, les particules grossières y sont retenues; concurremment, sous l'effet du lavage sous pression, les particules du contaminant métallique se trouvant à la surface des particules grossières sont entraînées avec les particules fines dans le liquide de lavage.

**[0035]** Dans la présente réalisation, le liquide de lavage peut être de l'eau de l'aqueduc ou de l'eau amendée avec des surfactants et/ou de réactifs. Le taux d'acheminement des sols par le convoyeur à sec 6, qui est typiquement un convoyeur, varie entre 40 et 100 tonnes/heure, tandis que le débit maximal du liquide de lavage est de 1890 litres par minute (500 USGPM), soit 31,5 litres par seconde (l/s). Typiquement, les trois paliers horizontaux du tamis 10 comportent différentes grosseurs de mailles, de façon à retenir en trois étapes distinctes les cailloux, les graviers et finalement les sables grossiers avec des grains supérieurs à 2,00 mm de diamètre.

**[0036]** Les particules grossières contiennent typiquement des cailloux, des graviers, des sables et, généralement, des particules de dimensions supérieures à 2,00 mm; elles sont acheminées vers un séparateur ferreux et non ferreux 9 au moyen d'un convoyeur à sec 6'. Les particules grossières sont ainsi acheminées au séparateur ferreux et non ferreux 9. Les matières ferreuses sont entreposées dans un conteneur d'entreposage 18, afin d'être éventuellement valorisées. Les matières non ferreuses propres, c'est-à-

dire les particules grossières de plus de 2,00 mm non ferreuses exemptes de contaminants sont acheminées vers une aire d'entreposage 14. Les fractions sont séparées de la façon suivante pour éventuellement faire l'objet d'un contrôle en vue d'une valorisation : fraction 5,00 mm à 75,0 mm, fraction 2,50 mm à 4,99 mm et fraction 2,00 mm à 2,49 mm.

**[0037]** Ainsi séparées des particules grossières suite à l'étape de criblage humide 104, les particules fines (0-1,99 mm) et le contaminant métallique lavés se retrouvent en suspension dans le liquide de lavage, formant ainsi l'effluent #1 résultant de l'étape 104. L'effluent de l'étape 104 est acheminé par conduite vers une unité magnétique 5 de l'étape 106.

#### **Étape de criblage magnétique 106**

**[0038]** Ainsi séparées des particules grossières suite à l'étape de criblage humide 104, les particules fines ainsi que le contaminant métallique se retrouvent en suspension dans l'effluent #1 et sont acheminés par conduite vers l'unité magnétique 5, étape 106. La séparation magnétique permet de retenir les composantes magnétiques comprises dans les sols. Ensuite, l'effluent #1 poursuit sa course vers les réservoirs d'entreposage 15 pour fin d'entreposage et filtration spécifique 108.

#### **Étape de séparation par filtration et cyclonage 108**

**[0039]** À la sortie de l'étape 106, l'effluent #1 poursuit sa course vers les réservoirs d'entreposage 15-1 à 15-4 pour fin d'entreposage et filtration spécifique 108. Les réservoirs d'entreposage 15 (ici, 15-1 à 15-4), qui sont typiquement d'une capacité de 30 283 à 37 854 litres (8 000 à 10 000 gallons US), sont munis d'agitateurs (mécanique ou à air) pour maintenir les particules fines en suspension.

**[0040]** L'effluent #1 de l'étape 106 est ensuite pompé et s'accumule dans le réservoir primaire 15-1, où l'effluent #1 peut être soumis, selon le cas, à une phase d'oxydation légère en milieu aqueux. L'effluent #1 est ensuite introduit dans le réservoir primaire 15-1 et le temps de résidence y est d'environ quinze minutes. À la sortie du réservoir primaire 15-1, l'effluent #1 est soumis à une première filtration et cyclonage 11-1 (déshydratation), qui retient la fraction 0,2 mm (200 µm) à 2,00 mm. Selon les résultats d'analyses, cette fraction est disponible pour valorisation.

**[0041]** L'effluent #1 passe au réservoir d'entreposage secondaire 15-2, où le temps de résidence est également de quinze minutes. À la sortie du réservoir 15-2, l'effluent #1 est soumis à une filtration et cyclonage secondaire 11-2 où la fraction 80 µm à 199 µm est séparée.

**[0042]** L'effluent #1 chemine vers le réservoir tertiaire 15-3, et le temps de résidence y est également de quinze minutes. La séparation et cyclonage 11-3 au réservoir tertiaire 15-3 séparent la fraction 25 µm à 79 µm.

**[0043]** L'effluent #1 termine sa course au réservoir quatre 15-4 et après quinze minutes de résidence, l'effluent est soumis à la séparation et cyclonage 11-4 où la fraction 5 µm à 24 µm est retenue.

**[0044]** Les filtres utilisés afin de décanter l'effluent #1 utilisent la force centrifuge et permettent de retirer de l'effluent #1 des fractions fines dont la dimension est d'environ de 0,005 mm (5 µm) à 2,00 mm alors que les fractions fines de dimensions inférieures à 5 µm, c'est-à-dire les fines, restent en suspension dans l'effluent #1 obtenu suite à l'étape de séparation par filtre 108. L'effluent #1 est plus ou moins chargé de fines et selon la qualité de celui-ci, il est recirculé vers le crible de lavage (effluent #2) ou vers une chambre chimique pour le traitement des fines.

**[0045]** Les quatre réservoirs d'entreposage 15 sont munis d'un système de filtration et cyclonage 11 et sont installés en parallèle. Ils sont conçus pour opérer au débit maximal prévu à l'entrée soit 1890 litres par minute (500 USGPM). Chaque filtre est utilisé afin de retirer de l'effluent des fractions fines de calibres variables. Le système de filtration et cyclonage 11 permet d'extraire de l'effluent #1 de l'étape 106 des particules, dont le diamètre se situe environ entre 5 µm et 2,00 mm, c'est-à-dire qui forment des boues résultantes de l'étape 108. Selon les analyses, ces sols seront traités dans une chambre chimique ou bien valorisés selon la qualité. D'autre part, les particules ayant un diamètre plus petit que 5 µm, c'est-à-dire les plus légères, restent en suspension dans le liquide de lavage et constituent l'effluent de l'étape 108.

**[0046]** Les boues résultantes de l'étape 108, qui contiennent des fractions fines de dimension entre 5 µm et 200 µm et entre 200 µm et 2,00mm sont acheminées par convoyeurs 6" vers une aire d'entreposage à un point de chute 14'. L'effluent #1 s'écoulant des fractions lors de leur entreposage à l'aire d'entreposage peut être récupéré à l'aide de drains et retourné vers une filière de conditionnement.

**[0047]** Typiquement, l'effluent de lavage de l'étape 108 a un débit maximal de 500 USGPM. Cet effluent (effluent #2) est retourné vers l'unité de criblage humide 10 des sols et/ou une partie de cette eau (effluent #3) peut être utilisée pour le traitement des fines dans la chambre chimique. Il est constitué des éléments suivants :

- L'effluent de lavage neutre ou avec possibilité de surfactants, oxydants ou autres ;
- les particules de sols de diamètre inférieur à 5 µm, et
- une quantité du contaminant métallique, soit sous forme de particules ayant un diamètre inférieur à 5 µm, soit dissoute dans le liquide de

lavage.

**[0048]** La concentration des matières en suspensions (MES) dans l'effluent de l'étape 108 dépend de la nature des sols qui sont traités par la méthode 100. Par exemple, lorsque les sols sont essentiellement constitués de sables, l'effluent de l'étape 108 aura tendance à être plutôt liquide dû à la faible concentration des MES, incluant les particules du contaminant métallique. À l'opposé, un sol constitué d'une matrice argileuse peut résulter en un effluent de l'étape 108 dont la concentration de MES peut être plus élevée.

#### **Étape de mise en solution des fines du contaminant métallique 110**

**[0049]** Les fines de 5 à 200 µm de l'étape 108 sont analysées et selon les résultats, valorisées ou feront l'objet d'un traitement dans la chambre chimique pour diminuer les concentrations en métaux. L'étape de mise en solution des fines du contaminant métallique 110 comporte des sous-étapes:

- un dosage d'acide;
- un mélange de l'acide avec l'effluent;
- un dosage de coagulant et d'aide-coagulant (si nécessaire);
- décantation des MES (si nécessaire); et
- une filtration

**[0050]** Dosage d'acide

**[0051]** Le dosage d'acide est exécuté en fonction de la nature du contaminant métallique, c'est-à-dire selon les types et les concentrations des métaux qui y sont contenus, à mettre en solution et des conditions de pH à rencontrer pour obtenir cette mise en solution. Des mesures de pH au moyen de pH-mètres permettent de suivre la réaction. Le dosage d'acide est effectué

pendant qu'une partie de l'effluent #1 de l'étape 108 est acheminé par conduite vers des réservoirs de mélange 16 (avec agitateur mécanique ou à air), soit les réservoirs 16-1 à 16-3, destinés à la mise en solution des métaux. Les fines de 5 à 200  $\mu\text{m}$  déshydratées sont incorporées à l'effluent #1 et subiront un mélange avec de l'acide. La quantité d'eau à ajouter est déterminée selon le pourcentage de fines à traiter, le type et la concentration des contaminants présents.

#### Mélange de l'acide avec l'effluent

**[0052]** Mélange de l'acide avec l'effluent #1 et les fines pour générer l'effluent #3 acide.

**[0053]** Suite au dosage, une solution d'acide, par exemple de l'acide chlorhydrique, sulfurique ou nitrique, est injectée dans une conduite, lors de l'acheminement de l'effluent #1 de l'étape 108 vers les réservoirs de mélange 16. Chacun des réservoirs de mélange 16 a typiquement une capacité de 30 283 à 37 854 litres (8 000 à 10 000 gallons US) et est muni d'un agitateur, à l'aide duquel l'effluent #1 de l'étape 108 et la solution d'acide injectée sont mélangés pour donner l'effluent #3. Le temps de rétention dans les réservoirs de mélange 16 est typiquement de l'ordre de 40 minutes pour un mode d'alimentation en continu. Les réservoirs de mélange 16 peuvent aussi être opérés en mode discontinu, c'est-à-dire en mode cuvée, par exemple dans le cas où un temps de réaction supérieur à 40 minutes est nécessaire.

**[0054]** Dosage de coagulant et d'aide coagulant

**[0055]** Puis, si nécessaire, un coagulant, par exemple de l'alun, du sulfate ferrique ou un équivalent, un aide coagulant ou des flocculants, peuvent

être ajoutés en conduite à l'effluent à la sortie des réservoirs de mélange acide 16.

**[0056]**            Décantation des MES

**[0057]**            Si nécessaire, l'ajout du coagulant et de l'aide-coagulant a pour fonction de favoriser une coagulation des MES dans l'effluent à la sortie des réservoirs de mélange 16 pour ensuite permettre une décantation. Les réservoirs de contact 16 ont une double fonction, soit celle de servir de bassin de contact pour assurer la coagulation des MES ainsi que de permettre ensuite une décantation statique, de façon à ce que les boues acides ainsi formées se déposent au fond des réservoirs.

**[0058]**            Filtration

**[0059]**            Typiquement, à la sortie du réservoir de contact ou de mélange acide 16, l'effluent #3 chargé en métaux et en fines (5 µm à 200 µm) acidifiées est pompé et doit être filtré 11-5 par le biais d'un filtre pour séparer les produits suivants :

- o Effluent #3 chargé en métaux dissous contenant des fines (0-25 microns); doit être neutralisé à l'étape 112 (précipitation des métaux).
  
- o Boues acides de 25 à 200 microns  
Les fines traitées doivent être neutralisées et gérées à l'étape de traitement des boues 114.

**[0060]**            Typiquement, l'effluent #3 chargé en métaux à la sortie du filtre 11-5 a un débit maximal de 80 USGPM. Le pH de l'effluent #3 est inférieur

à 5,0 et est fonction de la nature des métaux à mettre en solution. Il contient des fines de 25 microns et moins (0-25 microns), qui doivent être neutralisées et filtrées.

### Étape précipitation des ions métalliques 112

**[0061]** L'effluent #3 acide (0 à 25 µm) à la sortie du filtre 11-5 contient généralement des ions dissous du contaminant métallique.

**[0062]** L'étape 112 de précipitation des ions métalliques de l'effluent #3 comprend :

- un dosage et mélange de la base avec l'effluent #3;
- décantation des MES; et
- une filtration.

**[0063]** Dosage et mélange de la base avec l'effluent

**[0064]** L'effluent acide #3 (0 à 25 µm) à la sortie du filtre 11-5 est recueilli par une conduite et acheminé vers des réservoirs de précipitation d'ions métalliques 17-2 et 17-3. Une solution basique, par exemple de l'hydroxyde de sodium ou autres bases équivalentes, est injectée dans la conduite entre le filtre 11-5 et le réservoir de précipitation des ions métalliques pour précipiter les métaux ou pour neutraliser l'effluent #3 et son contenu. Puis, si nécessaire, un coagulant, par exemple de l'alun, du sulfate ferrique ou un équivalent, et un aide coagulant peuvent être ajoutés en conduite à l'effluent.

**[0065]** Cet effluent #4 est basique ou neutre selon les métaux à précipiter. Le(s) réservoir(s) de précipitation 17 de l'effluent #4 sont dotés d'un agitateur, afin d'y effectuer le mélange. Le mode d'opération du système de

précipitation des métaux, c'est-à-dire en continu ou en cuvée, est déterminé par les étapes décrites précédemment, ainsi que le temps de réaction et le pH requis pour former des précipités métalliques. Le dosage de la solution basique dépend de la nature des ions métalliques en solution dans l'effluent #3 acide à la sortie du filtre 11-5 et des conditions de pH à atteindre pour favoriser la précipitation des ions métalliques. À cette fin, des mesures de pH sont effectuées au moyen de pH-mètres et permettent le suivi.

**[0066]**            Décantation des MES

**[0067]**            Si nécessaire, l'ajout du coagulant, d'aide-coagulant et de floculants a pour fonction de favoriser une décantation des MES dans l'effluent à la sortie des réservoirs de mélange 17. Les réservoirs ont une double fonction, soit celle de servir de bassin de contact pour assurer la coagulation et la floculation des MES ainsi que de permettre ensuite une décantation statique des floccs formés par la floculation, de façon à ce que les boues neutralisées ou basiques, ainsi formées se déposent au fond des réservoirs.

**[0068]**            Filtration

**[0069]**            Suite au mélange, l'effluent #4 neutralisé à la sortie du réservoir pour la précipitation des ions métalliques 17 est acheminé vers une unité de filtration et de séparation 11-7 pour séparer des précipités formés suite à l'injection de la base. Cette étape permettra de séparer l'effluent contenant 0-25 microns des métaux précipités. L'unité de filtration va permettre de filtrer à 5 microns. On retrouvera donc:

- o L'effluent neutralisé;  
L'effluent neutralisé qui s'écoule à la sortie du filtre a un débit maximal équivalent à celui de l'entrée. Le pH de l'effluent sera

entre 6,0 et 8,0.

- Les fines neutralisées de 5 à 25 microns  
Les fines neutralisées sont acheminées vers l'unité de traitement des boues 114 par déshydratation et par la suite, empruntent un convoyeur de sortie pour être analysées avant gestion.

#### **Étape de traitement des boues 114**

**[0070]** Les activités qui constituent cette étape de traitement incluent la déshydratation des boues générées aux différentes étapes du procédé chimique de traitement (étapes 110 et 112) et la gestion de celles-ci. Les boues sont de deux (2) natures:

- Les boues acides de 25 à 200 microns (étape 110)
- Les boues neutralisées de 5 à 25 microns (étape 112)

**[0071]** À la sortie du filtre 11-5, les boues acides de 25 à 200 microns doivent être neutralisées pour effectuer la gestion de celles-ci. Elles sont pompées dans un réservoir (ou équivalent) 17-1 et dans celui-ci, il y a injection de produits neutralisants. Les boues conditionnées seront acheminées vers une unité de déshydratation de type filtration par centrifugeuse 11-6, de façon à augmenter la siccité de celles-ci. À la sortie de l'unité de déshydratation, le matériel à sortir sur convoyeur (ou équivalent) est propre et neutraliser. Il sera échantillonné pour la détermination du mode de gestion finale.

**[0072]** Les boues neutralisées de 5 à 25 microns sont acheminées vers l'unité de déshydratation de type filtration par centrifugeuse 11-7, de façon

à augmenter la siccité de celles-ci et empruntent un convoyeur de sortie (ou équivalent) pour être analysées avant gestion finale. L'effluent neutralisé extrait des boues sera récupéré et retourné vers les réservoirs d'entreposage et de neutralisation pour recirculer l'eau dans le procédé 116.

#### **Étape de conditionnement de l'effluent après la précipitation des ions métalliques 116**

**[0073]** L'effluent recueilli à la sortie de la chambre chimique est réutilisé comme eau de procédé. Les activités qui constituent cette étape de traitement sont les suivantes:

- ajustement du pH (si nécessaire et entreposage de l'eau)
- recirculation.

Les eaux de drainage de surface peuvent également être intégrées à cette filière de conditionnement.

**[0074]** Ajustement du pH

**[0075]** L'effluent neutralisé en provenance de l'unité de précipitation 112 chemine vers l'aire de neutralisation et d'entreposage 4. Un acide ou une base peuvent être injectés à l'entrée du premier réservoir si l'eau n'est pas neutre pour la recirculation. Le temps de rétention minimale dans un réservoir est de l'ordre de 40 minutes pour un mode d'alimentation en continu. Le système sera opéré en mode discontinu (cuvée), si le temps de réaction est supérieur. L'objectif de pH à rencontrer doit se situer entre 6,0 et 8,0 avant de recirculer dans le procédé. Des mesures de pH en continu au moyen de pH-mètres permettront le suivi des points de consigne.

**[0076]** Recirculation

**[0077]** Lorsque la qualité de cette eau est acceptable pour permettre sa réutilisation comme eau de procédé au sein de la filière de traitement, celle-ci est pompée dans la conduite de distribution.

**[0078]** La méthode 100 peut comporter aussi les aspects de la gestion et de traitement des effluents gazeux.

**[0079]** Contrôle et analyse des sols traités

**[0080]** Différentes fractions de sols résultant de l'application de la méthode 100 sont entreposées dans des aires dédiées. En résumé, ces fractions sont les suivantes:

- des cailloux;
- des graviers;
- des sables grossiers et fins;
- des particules fines (200  $\mu\text{m}$  à 2,00 mm de diamètre); et
- des boues contenant des fines dont la dimension est inférieure à 200  $\mu\text{m}$ .

**[0081]** Ces différentes fractions sont caractérisées et analysées, afin de déterminer leur niveau de contamination. Si pour une fraction donnée le taux de contamination demeure élevé, elle peut être retournée pour subir de nouveau la méthode 100, possiblement avec un ajustement en conséquence des paramètres d'opérations. Les sols seront par la suite disposés en fonction des critères de qualité et des modalités de gestion qui s'appliquent aux sols contaminés. Selon les résultats d'analyses obtenus, ces différentes fractions de

sols peuvent être réutilisées à différents usages, c'est-à-dire être valorisées, en fonction de leurs caractéristiques par rapport aux critères applicables.

**[0082]** Dans la Figure 2, il est noté que la référence 3 dénote des réservoirs et pompes « doseuses »; que la référence 7 dénote une benne de réception; que la référence 8 dénote un retour au traitement d'eau; que la référence A dénote des réservoirs d'entreposage des eaux; que la référence B dénote un séparateur eau/huile; que la référence C dénote des filtres sous pression; que la référence D dénote des réservoirs d'entreposage d'eau propre; et que la référence DP dénote un drain de plancher.

**[0083]** Bien que la présente invention ait été décrite ci-dessus au moyen d'une réalisation non restrictive pour fin d'illustration, cette réalisation peut être modifiée à volonté, à l'intérieur de la portée de l'invention, sans s'éloigner de l'esprit et de la nature de la matière faisant l'objet de l'invention.

**REVENDEICATIONS:**

1. Une méthode pour retirer des sols des contaminants inorganiques, la méthode comprenant :

cribler les sols contaminés, afin d'obtenir des fractions grossières et des fractions fines;

laver les sols criblés avec un effluent de lavage, afin d'obtenir un premier effluent comprenant le liquide de lavage et les sols qui s'écoulent dans le tamis et tamiser les sols afin d'en retenir les fractions grossières et, concurremment, les fractions s'écoulant du tamis comprennent des fines et les particules de dimensions supérieures à celles des fines sont retenues;

soumettre l'effluent de lavage à une extraction des particules de dimensions supérieures à celles des fines et ainsi obtenir un second effluent qui est retourné dans l'unité de lavage et/ou une fraction peut être retournée dans une chambre chimique;

produire dans la chambre chimique une extraction du second effluent contenant les fines contaminés pour en dissoudre les métaux, afin d'obtenir un troisième effluent; et

produire une précipitation et/ou neutralisation du troisième effluent et en extraire par filtration le précipité afin d'obtenir un quatrième effluent;

par lequel le contaminant inorganique est précipité pour l'extraction dans un quatrième effluent.

2. La méthode de la revendication 1, dans laquelle le contaminant inorganique contient un contaminant métallique.

3. La méthode de la revendication 2, dans laquelle le contaminant métallique contient plus d'un élément métallique.

4. La méthode de la revendication 2, dans laquelle le contaminant métallique est choisi dans le groupe constitué de l'aluminium, l'arsenic, l'argent,

le baryum, le cadmium, le chrome, le cobalt, le cuivre, l'étain, le fer, le manganèse, le magnésium, le mercure, le molybdène, le nickel, le plomb, le soufre, le sélénium, le sodium, le zinc et toute combinaison de ceux-ci.

5. La méthode de la revendication 1, dans laquelle la production d'une extraction du troisième effluent comprend l'ajout d'un acide au premier effluent.

6. La méthode de la revendication 1, dans laquelle la production d'une floculation du troisième effluent comprend l'ajout d'un coagulant, d'un aide-coagulant ou de flocculant.

7. La méthode de la revendication 1, dans laquelle la production d'une précipitation du quatrième effluent comprend l'ajout d'une base, d'un coagulant ou d'un flocculant au troisième effluent.

8. La méthode de la revendication 1, dans laquelle l'extraction des particules de dimensions supérieures à celles des fines comprend une filtration des particules de dimensions supérieures à celle des fines.

9. La méthode de la revendication 1, dans laquelle le lavage des sols comprend l'ajout de surfactants, d'oxydants au premier effluent.

10. La méthode de la revendication 1, dans laquelle un effluent sensiblement exempt de contaminants devient un cinquième effluent.

11. La méthode de la revendication 10, dans laquelle le cinquième effluent est recirculé dans le procédé de traitement.

12. La méthode de la revendication 1, dans laquelle après le lavage des sols criblés, le premier effluent est soumis à un effet magnétique afin d'en enlever des fractions magnétiques.

13. La méthode de la revendication 1, dans laquelle dans l'étape où l'effluent de lavage est soumis à une extraction, cette extraction de fractions fines est faite par la voie d'une séparation par filtration et cyclonage, les particules les plus fines restant en suspension dans le premier effluent à la suite de cette étape, le premier effluent devenant alors le second effluent.

14. Une méthode pour retirer des contaminants inorganiques de sols, la méthode comprenant :

a) laver un sol contaminé avec un effluent de lavage, afin d'obtenir un premier effluent comprenant l'effluent de lavage et des fines alors que les particules de dimensions supérieures à celles des fines sont retenues;

b) soumettre le premier effluent à une extraction des particules de dimensions supérieures à celles des fines et ainsi obtenir un second effluent qui est retourné dans l'unité de lavage et/ou une fraction peut être acheminée à l'étape c);

c) produire une extraction du second effluent contenant les fines contaminés pour en dissoudre les métaux, afin d'obtenir un troisième effluent; et

d) produire une précipitation et/ou neutralisation du troisième effluent et en extraire par filtration le précipité afin d'obtenir un quatrième effluent;

par lequel le contaminant inorganique est précipité pour l'extraction dans un quatrième effluent.

15. La méthode de la revendication 14, dans laquelle avant l'étape a), il y a une étape de séparation d'un sol contaminé en fractions grossières et en fractions fines.

16. La méthode de la revendication 15, dans laquelle la séparation se fait par criblage.

17. La méthode de la revendication 14, dans laquelle l'étape a) se fait par criblage humide.

18. La méthode de la revendication 14, dans laquelle avant l'étape b), il y a une étape dans laquelle le premier effluent est soumis à un effet magnétique afin d'en enlever des fractions magnétiques.

19. La méthode de la revendication 14, dans laquelle après l'étape d), l'effluent sensiblement exempt de contaminants devient un cinquième effluent.

20. La méthode de la revendication 19, dans laquelle le cinquième effluent est recirculé dans le procédé de traitement.

21. Une méthode pour retirer des contaminants inorganiques de sols, la méthode comprenant :

a) soumettre un premier effluent contenant des contaminants inorganiques à un filtrage afin d'y extraire des particules de dimensions supérieures à celles de fines et ainsi obtenir un second effluent;

c) produire une extraction du second effluent contenant les fines contaminés pour en dissoudre les métaux, obtenant ainsi un troisième effluent; et

d) produire une précipitation et/ou neutralisation du troisième effluent et en extraire par filtration le précipité afin d'obtenir un quatrième effluent;

par lequel le contaminant inorganique est précipité pour l'extraction dans un quatrième effluent.

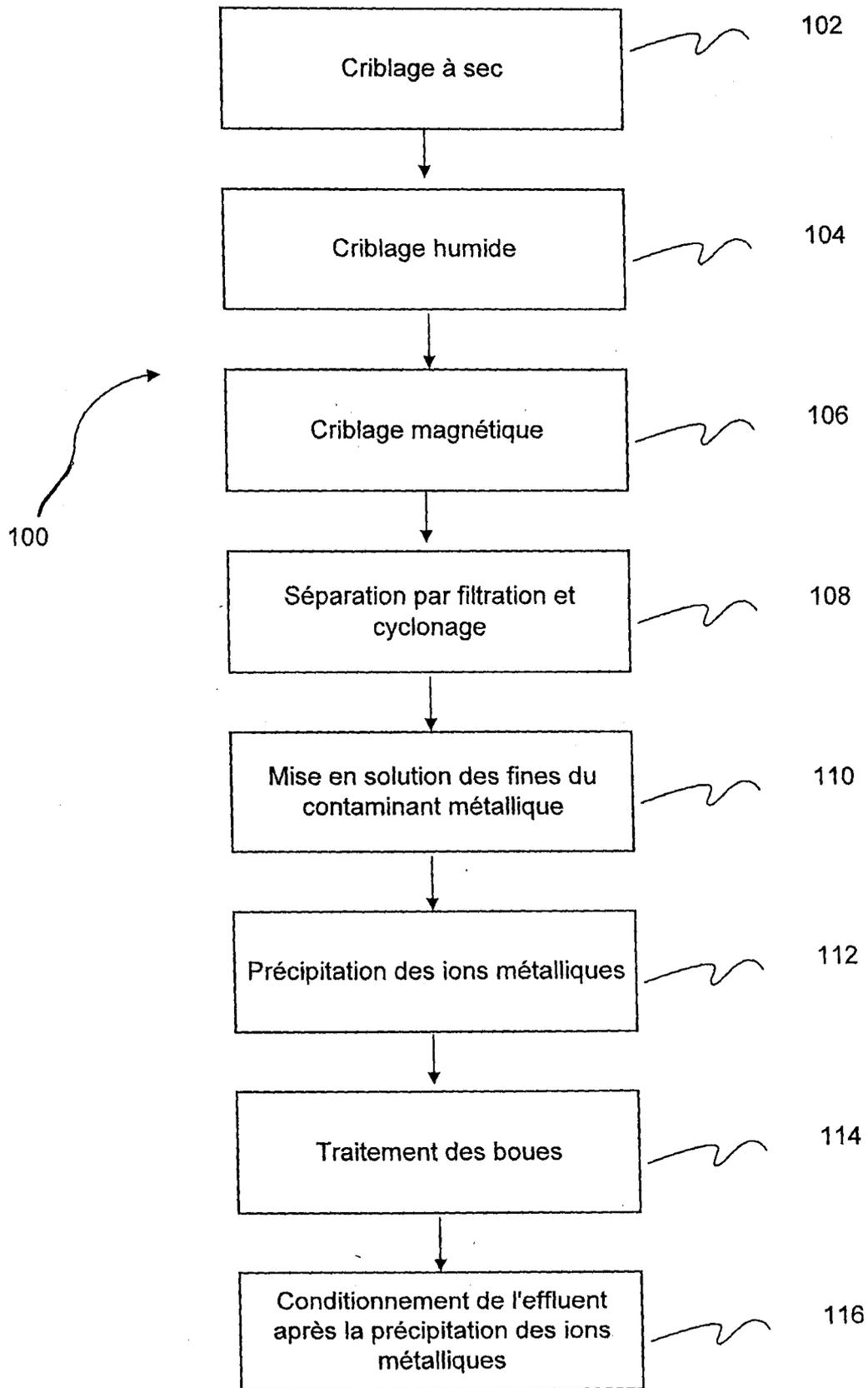


Figure 1



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CA2009/000601

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> CIB: <b>B09C 1/02</b> (2006.01) , <b>B09C 1/08</b> (2006.01)  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  CIB: <b>B09C 1/02</b> (2006.01) , <b>B09C 1/08</b> (2006.01)  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,466,426 (Fristad et al.) 14 novembre 1995 (14-11-1995)	1-5, 7, 8, 10-21
Y	le document en entier	6, 9
X	Mercier et al., Décontamination à l'échelle pilote de sols pollués en métaux toxiques par des procédés miniers et lixiviation chimique, <i>Journal of Environ. Eng. Sci.</i> 6(1): 53-64 (2007), le document en entier	1-5, 7, 8, 10-21
Y		6, 9
Y	Dermont et al., Soil washing for metal removal: A review of physical/chemical technologies and field applications, <i>Journal of Hazardous Materials</i> , Volume 152, Issue 1, 21 March 2008, Pages 1-31 page 3, table 2, pages 12, 14-15, 22, 25, 26	1-21
Y	US 5,056,541 (Schade et al.) 15 octobre 1991 (15-10-1991) colonnes 3-4 et revendications 1-20	1-21
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>09 June 2009 (09.06.2009)</b>		Date of mailing of the international search report <b>07 July 2009 (07.07.2009)</b>
Name and mailing address of the ISA/  Facsimile No.		Authorized officer  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CA2009/000601

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 509 344 B1 (Bergeron) 22 mars 2006 (22-03-2006) revendications 1, 9, paragraphes (0044)-(0049)	1-4, 14-17, 21
Y	JP 2001149913 A (Shimizu Corp) 5 juin 2001, (05-06-2001) résumé, figures 2-3	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
Information on patent family members

International application No.

PCT/CA2009/000601

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US 5466426A	14-11-1995	AU 7515894A	28-02-1995
		CA 2169286A1	16-02-1995
		EP 0713415A1	29-05-1996
		EP 0713415A4	30-12-1998
		US 5607060A	04-03-1997
		WO 9504584A1	16-02-1995
US 5056541A	15-10-1991	AT 76596T	15-06-1992
		DE 58901545D1	02-07-1992
		EP 0388487A1	26-09-1990
		EP 0388487B1	27-05-1992
		ES 2031650T3	16-12-1992
		GR 3005515T3	07-06-1993
EP 1509344A1	02-03-2005	AT 320865T	15-04-2006
		AU 2003233295A1	12-12-2003
		CA 2387528A1	27-11-2003
		CA 2414648A1	09-06-2003
		CA 2430089A1	27-11-2003
		CA 2430089C	03-02-2009
		DE 60304176D1	11-05-2006
		DK 1509344T3	31-07-2006
		EP 1509344B1	22-03-2006
		ES 2261935T3	16-11-2006
		PT 1509344E	31-08-2006
		US 6915908B2	12-07-2005
		US 2003226788A1	11-12-2003
		US 2004082828A1	29-04-2004
		WO 03099477A1	04-12-2003
JP 2001149913A	05-06-2001	None	



**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**Demande internationale n°  
**PCT/CA2009/000601**

C (suite).		DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS
Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	n° des revendications visées
Y	EP 1 509 344 B1 (Bergeron) 22 mars 2006 (22-03-2006) revendications 1, 9, paragraphes (0044)-(0049)	1-4, 14-17, 21
Y	JP 2001149913 A (Shimizu Corp) 5 juin 2001, (05-06-2001) résumé, figures 2-3	1-21

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**  
Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°  
**PCT/CA2009/000601**

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US 5466426A	14-11-1995	AU 7515894A	28-02-1995
		CA 2169286A1	16-02-1995
		EP 0713415A1	29-05-1996
		EP 0713415A4	30-12-1998
		US 5607060A	04-03-1997
		WO 9504584A1	16-02-1995
US 5056541A	15-10-1991	AT 76596T	15-06-1992
		DE 58901545D1	02-07-1992
		EP 0388487A1	26-09-1990
		EP 0388487B1	27-05-1992
		ES 2031650T3	16-12-1992
		GR 3005515T3	07-06-1993
EP 1509344A1	02-03-2005	AT 320865T	15-04-2006
		AU 2003233295A1	12-12-2003
		CA 2387528A1	27-11-2003
		CA 2414648A1	09-06-2003
		CA 2430089A1	27-11-2003
		CA 2430089C	03-02-2009
		DE 60304176D1	11-05-2006
		DK 1509344T3	31-07-2006
		EP 1509344B1	22-03-2006
		ES 2261935T3	16-11-2006
		PT 1509344E	31-08-2006
		US 6915908B2	12-07-2005
		US 2003226788A1	11-12-2003
		US 2004082828A1	29-04-2004
		WO 03099477A1	04-12-2003
JP 2001149913A	05-06-2001	None	